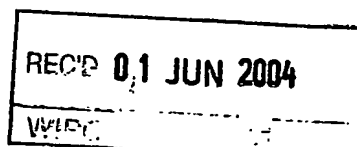




PCT/CH 2004/000311

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA



### Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

### Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

### Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Bern, 21. Mai 2004

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

Heinz Jenni

BEST AVAILABLE COPY



**Patentgesuch Nr. 2003 0931/03**

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

**Titel:**

Verfahren zum Kalibrieren und Verzwirnen von mit Kunststoff beschichteten Fasern.

**Patentbewerber:**

Neopreg AG  
Ergolzstrasse 58  
4460 Gelterkinden

**Vertreter:**

Braun & Partner Patent-, Marken-, Rechtsanwälte  
Reussstrasse 22  
CH-4054 Basel

**Anmeldedatum:** 23.05.2003

**Voraussichtliche Klassen:** D01H

Unveränderliches Exemplar  
Exemplaire invariable  
Esemplare immutabile

93100

P1208CH

Neopreg AG

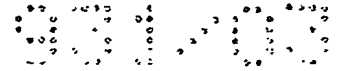
23.05.2003

Verfahren zum Kalibrieren und Verzwirnen von mit Kunststoff beschichteten Fasern

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
5 Kalibrieren und Verzwirnen von mit Kunststoff beschichteten  
Fasern, wobei sich dieser Kunststoff bei erhöhter Temperatur und in flüssigem bzw. in geschmolzenem Zustand befindet, vorzugsweise von Fasersträngen, welche aus parallel  
ausgerichteten Endlosfasern bestehen, welche beispielsweise  
10 für die Herstellung von kalibrierten dünnen Fäden, insbesondere Sägefäden für das Zuschneiden von präzisen Werkstücken in der Elektronikindustrie, oder für die Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten  
Kunststoffgranulaten, von faserverstärkten Formteilen sowie  
15 im Strangziehen Verwendung finden.

Die Herstellung von mit Kunststoff beschichteten Fasern, und Fasersträngen (Rovings), welche vorzugsweise aus parallel ausgerichteten Endlosfasern, aber auch in Form von  
20 Tapes oder Prepregs, bestehen, ist an sich bekannt. Dabei werden üblicherweise Faserstränge, welche aus Endlosfasern bestehen, mit einem Kunststoff, oder einem Gemisch von Kunststoffen, welche diverse Zusatzstoffe enthalten können, beschichtet und in weiteren Verarbeitungsstufen, je nach  
25 Verwendungszweck, zu Fäden, zu Granulaten, zu faserverstärkten Formteilen oder zu pultrudierten oder extrudierten Profilen verarbeitet.

So ist es bekannt, im Schmelzbeschichtungsverfahren zu beschichtende Faserstränge durch die Schmelze eines thermoplastischen Kunststoffs zu führen, anschliessend abkühlen zu lassen, und dann weiter zu verarbeiten. In der praktischen Anwendung dieses Verfahrens, insbesondere bei hohem



- Faseranteil und zunehmender Faserlänge, werden aber eine hohe Streuung der Festigkeitswerte und zahlreiche örtliche Schwachstellen am Formteil festgestellt. Ähnlich verhält es sich in der Anwendung von Nassbeschichtungsverfahren, d.h.
- 5 eines flüssigen Imprägnierbades, in welchem der Kunststoff in einem Lösungsmittel gelöst ist, wobei in diesem Fall noch die mit dem Abdampfen des Lösungsmittels verbundenen Schwierigkeiten hinzu kommen.
- 10 Im Trockenbeschichtungsverfahren, werden die zu beschichtenden Faserstränge vorzugsweise durch eine Wirbelschicht bewegt. Diese Wirbelschicht besteht in der Regel aus einem thermoplastischen Polymerpulver, in welchem gegebenenfalls Zusatzstoffe eingearbeitet (compoundiert) sind, oder aus
- 15 einem duroplastisch härtbaren Kunststoffpulver oder Kunststoffpulver-Ausgangsgemisch, wobei dieses als Beschichtung auf die Fasern aufzieht. Es ist auch möglich, die einzelnen Komponenten der Beschichtung im Wirbelschichtverfahren, direkt auf die Faser in der gewünschten Zusammen-
- 20 setzung gleichmässig aufzubringen, wobei man gegebenenfalls die einzelnen in der Wirbelschicht sich befindenden Beschichtungskomponenten zusätzlich in der Wirbelschicht mischt, so dass eine Entmischung der einzelnen Komponenten praktisch verhindert wird. Anschliessend werden die be-
- 25 schichteten Fasern vorzugsweise in einem Durchlaufofen, beispielsweise mittels IR-Strahlung, zumindest teilweise aufgeschmolzen und dann wieder abgekühlt. Derart wird eine verbesserte Verteilung des Kunststoffs auf der Faser erreicht. Dieses Trockenbeschichtungsverfahren hat jedoch
- 30 den Nachteil, dass ein Teil des zur Beschichtung verwendeten Pulvers unmittelbar nach dem Austritt aus der Beschichtungseinheit von der Faser wieder abfällt, wodurch der Pulverauftrag und damit der Harzanteil und/oder der Füllstoffanteil im Endprodukt eingeschränkt wird, was die

Qualität des Endprodukts beeinträchtigt. Das Beschichtungspulver fällt aber auch noch im Durchlaufofen ab und zersetzt sich im Kontakt mit der überhitzten Ofenoberfläche, so dass Zersetzungsprodukte entstehen, welche über  
5 die Abluft in die Entlüftungsanlage und die Umwelt gelangen. Zudem gelangen diese Teilchen als Staub und als Zersetzungsprodukte auch in andere Teile der Produktionsanlage, insbesondere in die Filter der Entlüftungsanlage, und verschliessen dort die Filter der Entlüftungsanlage.  
10 Dies wiederum führt zu Ungleichgewichten in der Betriebsführung und den Betriebsbedingungen, was die Qualität der beschichteten Faserstränge negativ beeinflusst.

In allen Fällen der genannten Beschichtungsverfahren  
15 ergeben sich in der praktischen Anwendung, insbesondere bei hohem Faseranteil, eine hohe Streuung der Festigkeitswerte und zahlreiche örtliche Schwachstellen am gebildeten Faden und damit auch am Formteil. Insbesondere ergeben sich auch örtliche Unterschiede im Faserdurchmesser, in der Rundung,  
20 bzw. im Rundungsgrad, der Faser und in deren Belegung mit Kunststoff, was in der Folge die genannten Nachteile verursacht. Es besteht daher das Bedürfnis, diese Nachteile zu verringern oder gänzlich zu beheben.

25 Für die Herstellung von dünnen Fäden, insbesondere von Sägefäden für die Elektronik-Industrie zum Schneiden von präzisen Formteilen, beispielsweise von Formteilen, welche aus Siliziumkarbid bestehen, oder von Wafers, Chips, und verwandten Formteilen oder in der Herstellung von Sonnen-  
30 kollektoren, ist es im weiteren nötig, dass diese Fäden sowohl möglichst dünn sowie auch sehr präzise, d.h. im gleichen Durchmesser entlang ihrer gesamten Länge, gearbeitet sind, wobei der Durchmesser dieser Fäden im Mikronbereich liegt, vorzugsweise im Bereich von 100-1000µm Mi-

kron ( $\mu\text{m}$ ), und die Schwankungsbreite der linearen Abweichung des Durchmessers vom Sollwert innerhalb von nur wenigen Mikron liegen soll. In diesem Sinne ist eine sehr genaue Kalibrierung der Fäden notwendig, das heisst, dass  
5 man sowohl den Durchmesser als auch die Rundung des Fadens entlang der gesamten Fadenlänge innerhalb der vorgegebenen Masse genau einstellt und kontrolliert.

Für die Beschichtung von Fasersträngen, insbesondere in  
10 der Pulverbeschichtung, werden vorzugsweise "lineare" Faserstränge bzw. Rovings, verwendet, worin die Endlosfäden plan-parallel angeordnet sind, d.i. die so genannte "zero twist" Qualität. Diese Rovings lassen sich im Beschichtungsvorgang leichter auffächern und damit gleich-  
15 mässiger beschichten.

Es wurde nun gefunden, dass man dünne Endlosfäden, welche im Durchmesser entlang ihrer gesamten Länge genau gearbeitet sind, nur eine geringe lineare Abweichung in der  
20 Durchmesserlänge und somit einen hohen Rundungsgrad aufweisen, und zudem sehr kompakt bzw. verdichtet sind, erhält, wenn man die mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, auf welchen  
25 sich der Kunststoff in erwärmtem, geschmolzenem bzw. flüssigem Zustand befindet, anschliessend an die Beschichtung, gleichzeitig oder nacheinander in beliebiger Reihenfolge, sowohl kalibriert, d.h. den Durchmesser genau einstellt, als auch einer kontinuierlichen Drehung unterwirft bzw.  
30 verzwirnt. Vorzugsweise verwendet man hierzu eine rotierende Kalibrierdüse. Dabei werden die Fäden im Verfahren von der rotierenden Kalibrierdüse entlang der einzelnen Fäden rückwirkend in Richtung der Beschichtungsvorrichtung verzwirnt. Nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrier-



düse löst sich die Verzwirnung in hohem Masse wieder, so dass die Fäden (Filamente) nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrierdüse nur eine definierte Anzahl spiralförmiger Umdrehungen pro Meter aufweisen, im wesentlichen aber linear angeordnet sind. Solche Fäden können anschliessend beispielsweise zusätzlich mit einem geeigneten Kunststoff und gegebenenfalls mit mineralischem Korn beschichtet und anschliessend ausgehärtet werden, so dass vorzügliche Sägefäden erhalten werden, welche für die Herstellung von elektronischen Formteilen, wie Wafers, Chips und verwandte Formteile, geeignet sind. Zusätzlich ergeben sich die Vorteile, dass sich das während der Beschichtung auf den Faserstrang aufgebrachte Material im Faserstrang besser verteilt und beim Eintritt in den Durchlaufofen nicht mehr von der beschichteten Faser abfällt. Durch die erfindungsgemässe Kalibrierung und Verzwirnung wird der Faserverbund homogenisiert und verdichtet und die eingeschlossenen Gase aus dem Verbund hinaus gedrängt. Es entsteht ein kalibriertes "void free tape" mit hoher Dichte. Zudem kann der Füllstoffanteil im Beschichtungspremix deutlich erhöht werden, so dass Produkte mit geringerem Faseranteil und höherem Füllstoffanteil hergestellt werden können. Auch die Schüttdichte und die Rieselfähigkeit eines aus solchen erfindungsgemäss verdichteten Fäden hergestellten Granulats wird signifikant erhöht und die Flausenbildung bei der Granulierung erheblich vermindert.

Durch die erfindungsgemässe Verzwirnung eines Faserstrangs oder mehrerer Faserstränge miteinander wird deren Reißfestigkeit im Beschichtungsverfahren signifikant erhöht und kann ohne weiteres verdoppelt werden, so dass Fadenbrüche im Verfahren, insbesondere auch im Bereich zwischen der Beschichtungsvorrichtung und der Kalibrierdüse, auch bei hoher Fadenspannung weitgehendst vermieden werden.

Diese unerwarteten Vorteile erlauben es, das gesamte Verfahren unter bedeutend erhöhter Fadenspannung durchzuführen, was wiederum eine ausgeglichene Prozessführung und eine erhöhte Produktivität der Produktionsanlage erlaubt. Überraschenderweise bleiben in der Trockenbeschichtung als Folge der Verzwirnung auch relativ grobe Pulverpartikel mit einer Korngrösse von bis zu 800µm im Verbund eingeschlossen, so dass auf eine unwirtschaftliche Feinstmahlung der Polymere mit engem Korngrössenspektrum verzichtet werden kann.

Die Erfindung ist in den Patentansprüchen definiert. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, welche genau im Durchmesser, bzw. im Rundungsgrad, entlang ihrer gesamten Länge gearbeitet sind, wobei die Schwankungsbreite der linearen Abweichung des Durchmessers vom Sollwert gering ist, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass man die mit Kunststoff beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, auf welchen sich der Kunststoff in erwärmtem, geschmolzenem bzw. flüssigem Zustand befindet, anschliessend an die Beschichtung gleichzeitig, oder in beliebiger Reihenfolge nacheinander, kalibriert und einer kontinuierlichen Drehung unterwirft bzw. verzwirnt, so dass die beschichteten einzelnen Endlosfasern oder die beschichteten einzelnen Faserstränge im Verbund, kalibriert und verzwirnt werden und einen kompakten geschlossenen Strang bilden. Dadurch entsteht ein homogenisierter und verdichteter Faserverbund mit den vorgenannten Vorteilen.

Der derart behandelte Faserstrang oder mehrere solcher Faserstränge im Verbund können einer weiteren Beschichtung bzw. Nachbeschichtung unterzogen werden. In diesem Sinne betrifft die Erfindung im weiteren ein Verfahren, welches  
5 dadurch gekennzeichnet ist, dass man die kalibrierten und verzwirnten Faserstränge in einer Nachbeschichtung zusätzlich mit Kunststoff, gegebenenfalls im Gemisch mit mineralischem Korn, vorzugsweise bei einer Temperatur über dem Schmelzpunkt des Polymers, beschichtet und anschliessend  
10 aushärtet oder erstarren lässt.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung der erfindungsgemäss kalibrierten und verzwirnten einzelnen Endlosfasern, bzw. die entsprechenden einzelnen Faser-  
15 stränge im Verbund, für die Herstellung von Sägefäden, welche z.B. für die Herstellung von elektronischen Formteilen, vorzugsweise Wafers, Chips und verwandten Formteilen, geeignet sind, sowie für die Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten Kunststoffgranulaten und  
20 faserverstärkten Formteilen oder von faserverstärkten pultrudierten oder extrudierten Profilen. Darin eingeschlossen sind auch Gewebe, welche aus beschichteten Rovings gewoben und gegebenenfalls anschliessend verpresst werden. Tapes umfassen auch endlos hergestellte faserverstärkte Tapes.  
25 Prepregs umfassen unidirektionale und gewebeverstärkte Prepregs.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch die derart hergestellten Sägefäden, Tapes, Prepregs, faserverstärkten  
30 Kunststoffgranulate, faserverstärkten Formteile, faserverstärkten pultrudierten oder extrudierten Profile. Im weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Die genannten beschichteten, kalibrierten und verzwirnten einzelnen Endlosfasern, bzw. einzelnen Faserstränge im Verbund können im Schmelzbeschichtungsverfahren, im Nassbeschichtungsverfahren und/oder im Trockenbeschichtungsverfahren beschichtet worden sein, vorzugsweise im Trockenbeschichtungsverfahren.

Die Kalibrierung und Verzwirnung der einzelnen Endlosfasern, bzw. der einzelnen Faserstränge im Verbund, kann man beispielsweise so durchführen, dass man anschliessend an den Beschichtungsvorgang die beschichteten, einzelnen Endlosfasern, bzw. einzelnen Faserstränge im Verbund durch mindestens eine Kalibriervorrichtung und mindestens eine Verzwirnungsvorrichtung führt. Vorzugsweise verwendet man eine rotierende Kalibrierdüse, wodurch diese Endlosfasern bzw. die einzelnen Faserstränge im Verbund beim Durchlauf durch diese rotierende Kalibrierdüse gleichzeitig sowohl kalibriert als auch verzwirnt werden. Dabei rotiert die Kalibrierdüse mit so hoher Geschwindigkeit, dass die einzelnen Endlosfasern, bzw. die einzelnen Faserstränge im Verbund, verzwirnt und auch kalibriert werden, wobei die Kalibrierung dadurch erreicht wird, dass sämtliches überschüssiges Beschichtungsmaterial, welches sich auf der Faser befindet, weggeschleudert wird. Dabei ist der Durchmesser der Kalibrierdüse so eingestellt, dass der gewünschte Fadendurchmesser erhalten wird. Dabei werden die Fäden, wie bereits erwähnt, im Verfahren von der rotierenden Kalibrierdüse jeweils entlang des Fadens rückwirkend in Richtung der Beschichtungsvorrichtung verzwirnt. Nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrierdüse löst sich die Verzwirnung in hohem Masse wieder, so dass die Fäden (Filamente) nach dem Durchlaufen der rotierenden Kalibrierdüse nur eine definierte Anzahl spiralförmiger Umdrehungen pro Meter aufweisen.

93143

Verwendet man eine rotierende Kalibrierdüse, so rotiert diese, wie erwähnt, mit mindestens einer so hohen Geschwindigkeit, dass sämtliches überschüssiges Beschichtungsmaterial, welches sich auf der Faser befindet, weggeschleudert wird. Dabei rotiert diese Düse, welche vorzugsweise in einer Hohlwelle angebracht bzw. fixiert ist und zusammen mit dieser Hohlwelle rotiert, mit einer geeigneten Geschwindigkeit von in der Regel mindestens 10 1500 Umdrehungen pro Minute (UpM), vorzugsweise mindestens 2000 UpM und vorzugsweise mit etwa 2500 UpM. Dabei wird die, vorzugsweise aus Hartmetall gefertigte, Düse vorzugsweise auf mindestens die Schmelztemperatur der Faserbeschichtung erwärmt, d.h. in der Regel auf mindestens 15 etwa 100°C und vorzugsweise auf etwa 150-180°C. Ebenso muss die Polymerbeschichtung der Faser flüssig sein, d.h. auf eine Temperatur erwärmt sein, welche in der Regel bei mindestens 100°C, und vorzugsweise bei mindestens etwa 150-200°C, bzw. etwa 50°C über dem Schmelzpunkt des 20 Polymers liegt. Diese Erwärmung kann beispielsweise mittels IR-Strahlung erfolgen.

Es ist auch möglich, mehrere einzelne Kalibrier- und Verzwirnvorrichtungen, vorzugsweise mehrere rotierende Kalibrierdüsen, oder eine Kombination dieser Vorrichtungen, 25 hintereinander in Serie zu schalten und die Fasern durch diese Vorrichtungen zu führen. Dadurch werden die Fasern noch genauer kalibriert und höher verzwirnt.

30 Vorzugsweise hat die rotierende Kalibrierdüse einen inneren Durchmesser im Bereich von etwa 100-1000µm (Mikrometer, Mikron), vorzugsweise im Bereich von etwa 150-600µm und insbesondere im Bereich von etwa 200-350µm, beispielsweise etwa 200-240µm, wodurch ein erfindungsgemäss herge-

stellter kalibrierter und verzwirnter, bzw. homogenisierter und verdichteter, Strang mit einem entsprechenden Durchmesser erhalten wird. Dabei beträgt die durchschnittliche lineare Abweichung von Sollwert des Durchmessers am

5 gehärteten Faden in der Regel weniger als 7%, und vorzugsweise weniger als 5%, und bewegt sich ebenfalls im Mikronbereich, was einen sehr hohen Rundungsgrad ergibt.

Vorzugsweise enthält der erhaltene verzwirnte Strang nach

10 dem Durchlaufen der Kalibrierdüse etwa 2 bis 50 spiralförmige Umdrehungen pro Meter, das heisst, die einzelnen Endlosfäden oder die Faserstränge im Verbund, innerhalb des erhaltenen gezwirnten Faserstrangs, bilden im Strang etwa 2 bis 50 Umdrehungen pro Meter, vorzugsweise etwa 2

15 bis 30 spiralförmige Umdrehungen pro Meter, vorzugsweise etwa 2 bis 20 Umdrehungen pro Meter, und vorzugsweise etwa 3 bis 10 Umdrehungen pro Meter. Wurde ein Faserstrang beschichtet, in welchem die einzelnen Endlosfasern in paralleler Form angeordnet sind, so bleibt im gezwirnten

20 Faserstrang die gegenseitige parallele Führung der einzelnen Fäden im wesentlichen erhalten.

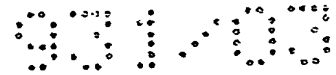
Als Fasern, aus welchen die Faserstränge gebildet sind, können erfindungsgemäss alle an sich bekannten Fasern

25 verwendet werden, welche für die Herstellung von faserverstärkten Werkstoffen bekannt sind. Beispiele sind synthetische anorganische Fasern, insbesondere Glasfasern, C-Fasern, Kunststofffasern, insbesondere Aramidfasern (aromatisches Polyamid), Zylonfasern (PBO) 28 dtex (0.028 gr/m),

30 oder Naturfasern, insbesondere Cellulosefasern. Die Filamentstärke beträgt vorzugsweise etwa 5µm bis 20µm und etwa 100 tex-4800 tex (0.1 g/m-4.8 g/m), vorzugsweise 600 tex-2400 tex, wie solche üblicherweise verwendet werden.

Duroplastische Kunststoffe in Form von Polykondensaten sind beispielsweise härtbare Phenol/Formaldehyd Kunststoffe (PF-Giessharze), härtbare Bisphenolharze, härtbare Harnstoff/-

30 Formaldehyd-Kunststoffe (UF-Formmassen), Polyimide (PI), BMI-Formmassen und Polybenzimidazole (PBI). Duroplastische Kunststoffe in Form von Polyaddukten sind beispielsweise Epoxidharze (EP), Formmassen aus ungesättigten Polyester-



harzen (UP-Formmassen), DAP-Harze (Polydiallylphthalat), MF-Formmassen, z.B. härtbare Melamin/Phenol/Formaldehyd-Formmassen, oder vernetzte Polyurethane (PUR).

- 5 Als Zusätze für thermoplastische Formmassen bzw. Kunststoffe sowie für duroplastische Kunststoffe in Form von Polykondensaten oder Polyaddukten sind beispielsweise, neben dem Harz/Härter/Beschleuniger-System für Duroplaste, Trennmittel, Gleitmittel, Füllstoffe, Pigmente, Haftvermittler, Stabilisatoren und Inhibitoren. Solche Verbindungen sind an sich bekannt, ebenso wie die für die Beschichtungen gemäss der vorliegenden Erfindung zu verwendenden bevorzugten Zusammensetzungen.
- 10
- 15 Die genannten Kunststoffe können im Schmelzverfahren bzw. direkt aus der Schmelze oder im Nassverfahren, das heisst in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst, oder im Trockenbeschichtungsverfahren wie eingangs beschrieben als Beschichtung mit einer an sich bekannten geeigneten Apparatur auf die Faserstränge aufgetragen werden. Solche Vorrichtungen und die Verfahrensbedingungen sind dem Fachmann bekannt.
- 20

Werden die behandelten, d.h. kalibrierten und verzwirnten, Faserstränge, oder mehrere solcher Faserstränge im Verbund, einer Nachbeschichtung unterzogen, so können die genannten Kunststoffe sowie die genannten Beschichtungsverfahren, je nach Eignung und Wahl, unabhängig voneinander verwendet werden. Dabei kann der Kunststoff zusätzlich im Gemisch mit mineralischen, vorzugsweise kristallinen, Verbindungen verwendet werden und als Bindemittel für die mineralischen Stoffe dienen. Eine solche Nachbeschichtung ist insbesondere für die Herstellung von Sägefäden notwendig. Solche mineralische Stoffe sind beispielsweise

25

30



- anorganische Verbindungen, wie Oxide, Karbide, vorzugsweise in Pulverform, wie beispielsweise Magnesiumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, , oder auch andere Stoffe grosser Härte, wie beispielsweise kristalliner Kohlenstoff, vorzugsweise Diamanten, insbesondere Industriediamanten, vorzugsweise in Form von Diamantpulver. Die Korngrösse des Pulvers liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 5µm-300µm, vorzugsweise im Bereich von etwa 10µm-100µm und insbesondere im Bereich von etwa 10µm-30µm.
- 10 Bevorzugt für die Nachbeschichtung sind synthetische Polymere mit einem Erweichungspunkt von 100°C oder höher, vorzugsweise im Bereich von 140°C bis 390°C und besonders im Bereich von 150°C bis 350°C, wobei dieselben Verfahrenstemperaturen zur Anwendung kommen, wie diese für die Beschichtungsvorrichtung hierin beschrieben sind.
- 15

Die im Anhang gegebene Figur 1 illustriert ein Schema einer Vorrichtung für die erfindungsgemässe Beschichtung und Nachbeschichtung eines Faserstranges, enthaltend drei in

20 Serie geschaltete rotierende Kalibrierdüsen, welche den Faden zuerst auf 300µm, dann auf 260µm, und anschliessend auf 240µm kalibrieren und gleichzeitig verzwirnen. Zur Illustration ist nach dem ersten IR-Ofen eine separate Zwirnvorrichtung angebracht.

25

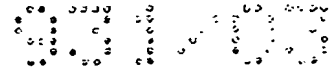
Figur 2 zeigt eine rotierende Kalibriervorrichtung, enthaltend die rotierende Kalibrierdüse, im Querschnitt.

Figur 3 zeigt eine Zwirnvorrichtung in der Aufsicht.

30

Figur 4 und Figur 4A zeigen eine rotierende Zwirndüse mit Scherteil, bestehend aus einem Konus für den Schmelzenkegel A, der Zentrierbohrung B, der Querbohrung





IR-Ofen (4) angebracht. Eine Zwirnvorrichtungen (8) ist zur Illustration der zweiten Kalibriervorrichtung (6) vorge-schaltet.

- 5 Bedeutet die Beschichtungsvorrichtung (3) eine Vorrichtung für das Trockenbeschichtungsverfahren im Wirbelbett, so liegt die Korngrößenverteilung der Beschichtungskomponente oder der Beschichtungskomponenten in der Trockenbeschich-  
10 tung vorzugsweise im Bereich von  $30\mu\text{m}$ - $250\mu\text{m}$ , vorzugsweise im Bereich von  $50\mu\text{m}$ - $300\mu\text{m}$ . Die durchschnittliche Korngrösse liegt zur Hauptsache vorzugsweise bei etwa  $50\mu\text{m}$ - $150\mu\text{m}$ .

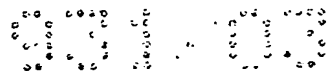
Für die erfindungsgemässe Beschichtung von Fasersträngen im Trockenbeschichtungsverfahren mit einem Reaktionsharz, wie  
15 z.B. einem Epoxidharz, verwendet man vorzugsweise eine Schmelzentemperatur im Bereich von  $60^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise  $70^{\circ}\text{C}$ - $220^{\circ}\text{C}$ , eine Walzentemperatur von  $10^{\circ}\text{C}$ - $200^{\circ}\text{C}$ , vorzugs-  
weise  $20^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$ , eine Fadengeschwindigkeit von 3-200 Meter pro Minute, vorzugsweise 50-150 Meter pro Minute. Die Ver-  
20 arbeitungsbedingungen für die diversen Kunststoffe sind an sich bekannt und richten sich auch nach der Grösse der ver-wendeten Apparatur und können vom Fachmann ohne weiteres für den jeweilig verwendeten Kunststoff bzw. für das  
jeweilig verwendete Harz richtig angewendet werden.

25

Im Pulverbeschichtungsverfahren selbst werden die Faser-stränge von einem Rovinggestell, vorzugsweise von der Aussenseite der Rolle, abgewickelt und in die Beschich-  
30 tungseinheit geführt, wo sie vorzugsweise aufgefächert werden und das Wirbelschichtbad durchlaufen. Das Wirbel-schichtbad umfasst im Prinzip eine Wanne und enthält die Zuführung für die Beschichtungskomponente bzw. Beschich-tungskomponenten, sowie den Fluidboden, der vorzugsweise

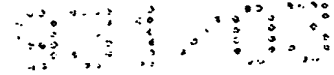
aus gesintertem Aluminium besteht und durch welchen die Zuluft zum Fluidisierbecken, das ist die Fluidisierluft zur Aufrechterhaltung der Wirbelschicht, eingeleitet wird. Dabei ist der Durchmesser der Perforationen im perforierten Zwischenboden (Fluidboden) kleiner als die Korngrösse des verwendeten Beschichtungspulvers bzw. der Beschichtungs-  
5 Komponenten oder des Granulats. Durch die Perforationen wird von unten her Luft oder ein Inertgas eingeblasen, so dass ein wallendes Pulver- oder Granulatbad  
10 bzw. eine Wirbelschicht entsteht. Im Wirbelschichtbad befinden sich auch mehrere Umlenkrollen oder Umlenkstäbe zur Auffächerung und Straffung der Fasern. Die Beschichtungseinheit kann mit einer Einrichtung zur zusätzlichen Durchmischung der Beschichtungs-  
15 Komponenten, z.B. eine Mischvorrichtung für eine zusätzliche mechanische Durchmischung der Beschichtungs-  
Komponenten, versehen sein.

Die Temperatur der Zuluft zum Fluidisierbecken, das heisst die Konditionierung der Fluidisierluft, wird proportional  
20 zum Schmelzpunkt des Polymerpulvers gesteuert. Damit kann die Pulverauftragsmenge gesteuert werden. Es wird vorzugsweise ein Fluidboden aus gesintertem Aluminium verwendet. Die Konditionierung der Fluidisierluft ermöglicht es, Thermoplastpulver mit hohem Schmelzpunkt bereits während  
25 der Beschichtung bis unter die Erweichungstemperatur vorzuheizen und damit die erforderliche Aufheizzeit zu reduzieren. So kann die Produktivität bei Thermoplasten mit hohem Schmelzpunkt erheblich erhöht werden. Die Erwärmung bei der Konditionierung darf bei Reaktivharzgemischen  
30 allerdings nur bis genügend unterhalb der Temperatur (On-Set-Temperatur) erfolgen, bei welcher der exotherme Aushärtungsvorgang dieser Harzgemische einsetzt.



Nachdem die beschichteten Faserstränge das Wirbelschichtbad verlassen haben, durchlaufen sie die in Figur 2 dargestellte rotierende Kalibriervorrichtung (6), enthaltend eine aus Hartmetall gefertigte rotierende Kalibrierdüse (7), durch welche die Endlosfasern beim Durchlauf gleichzeitig sowohl kalibriert als auch verzwirnt werden. Die Kalibrierdüse (7) ist in einer Hohlwelle fixiert und rotiert zusammen mit dieser Hohlwelle. Die rotierende Hohlwelle kann durch einen an sich bekannten Elektroantrieb angetrieben werden. Die Kalibrierdüsen können auch in Zahnräder integriert werden, wobei die einzelnen Zahnräder in Linie ineinander eingreifen und sich antreiben.

Anschliessend an die erste Kalibriervorrichtung (6) werden die beschichteten Faserstränge durch einen IR-Ofen (4) bzw. einen Durchlaufofen geführt, wo sie erwärmt werden. Zu diesem Zweck enthält der Durchlaufofen vorzugsweise einen Infra-Rot-Erhitzer. Dabei wird die Beschichtung leicht flüssig oder pastös, aber nicht so flüssig, dass sie von den Fasern abtropfen kann. In diesem Zustand kann mittels einer Nachbeschichtung anschliessend in einer weiteren analog konstruierten Beschichtungseinrichtung (5) weiteres Beschichtungspulver oder Granulat aufgebracht werden, welches mit anorganischem Material, wie vorgehend beschrieben, gemischt sein kann. Der beschichtete, abgekühlte Faden kann auch durch über den Schmelzpunkt erhitztes und fluidisiertes Mineral- oder Metallpulver geführt werden, wobei die Temperatur und die Verweilzeit die Schichtdicke des aufgetragenen Materials bestimmen. Anschliessend wird in einem weiteren IR-Ofen behandelt. In dieser Weise kann die gewünschte Menge Kunststoff, die auf die Fasern aufgebracht werden soll, noch ergänzt werden. Derart können Fadengewichte mit sehr niedrigem Glasanteil, beispielsweise Fäden mit nur 15 Gew.-% Glasfaseranteil,



erhalten werden. Die Nachbeschichtung kann auch als Isolation dienen.

- In Figur 3 gezeigte Zwirnvorrichtung (8), mit welcher man
- 5 die beschichteten Faserstränge, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, einer kontinuierlichen Drehung bzw. Zwirnung unterwirft, jedoch nicht kalibriert, ist vorzugsweise nach dem ersten Durchlaufofen (4) im Schmelzenbereich des/der beschichteten Rovings, installiert.
- 10 Infolge der Fadenspannung bewirkt die Zwirnvorrichtung (8) eine Drehung des Faserstrangs bzw. eine Zwirnung, die gleichmässig und kontinuierlich über den gesamten Faserstrang rückwirkend bis zum Austritt des beschichteten Faserstrangs aus der Beschichtungsvorrichtung (2) oder der
- 15 Kalibrierdüse (7) stattfindet.

- Vorzugsweise besteht die Zwirnungsvorrichtung, wie in Figur 3 gezeigt, aus zwei gekühlten, mit V-Nuten versehenen Wellen, welche im Winkel von weniger als  $90^\circ$  ( $<90^\circ$ ),
- 20 vorzugsweise in einem Winkel im Bereich von  $5^\circ$  bis  $20^\circ$ , hinter einander angeordnet sind und die 2. Welle vorzugsweise rechtwinklig zur Fadenlaufrichtung angeordnet ist. Die 1. Nutwelle steht mit einem Winkel über oder unter  $90^\circ$  zur Fadenrichtung, vorzugsweise in einem Winkel von
- 25 mindestens  $91^\circ$  bzw.  $89^\circ$  ( $>1^\circ$ ), vorzugsweise in einem Winkel im Bereich von  $60^\circ$  bis  $120^\circ$ . Die beschichteten Rovings laufen beispielsweise über die erste Welle und unter der zweiten Welle durch, das heisst die Rovings werden über die erste Welle und anschliessend unter der zweiten Welle
- 30 jeweils in deren V-Nute durchgeführt. In diesem Fall rotiert die erste Welle nach links und die zweite Welle nach rechts. Dabei ist die V-Nute der 1. Welle in der Fadenachse um mindestens 1mm, vorzugsweise um 5mm seitlich

versetzt, so dass der Faden seitlich über die Schrägflanken der 1. Welle läuft. Der Faden wird durch die Winkelanordnung der Wellen und durch den Versatz der Nuten an die V-Flanken gedrückt und durch die quer zur Fadenachse wirkende Komponente verdreht bzw. gezwirnt, so dass eine Rechts- bzw. Linksdrehung des Fadens resultiert. Die Anzahl der Drehungen pro Meter wird primär durch die Winkelöffnung der 1. Welle bestimmt. Die Rotation der Nutwellen wird durch die Reibung mit den beschichteten Fasersträngen oder zusätzlich durch Fremdantrieb erreicht. Die Anzahl der Drehungen pro Meter ist produktabhängig und wird durch Optimierung der Winkelanordnung und der Reibung des beschichteten Fadenstrangs in den V-Nuten bestimmt, was für den Fachmann kein Problem darstellt.

Die Zwirnvorrichtung ist vorzugsweise nach dem ersten oder gegebenenfalls nach einem weiteren Durchlauf von angebracht bzw. installiert. Die Drehung wirkt gleichmässig, wie bereits oben beschrieben, über die gesamte Länge des Faserstrangs bzw. Faserstränge rückwirkend bis zu dem Ort, wo der Faserstrang die Beschichtungsvorrichtung, bzw. für das vorliegende Beispiel, die 1. Kalibrierdüse, verlässt.

Nachdem die Faserstränge beschichtet, kalibriert und gezwirnt, und gegebenenfalls nachbeschichtet sind, werden diese nun durch eine Konditioniervorrichtung (9) geführt, welche aus einer Kühleinrichtung und gegebenenfalls einer Erwärmungseinrichtung besteht. Wurde als Beschichtung ein Epoxidharzgemisch aufgebracht, so werden die Faserstränge gegebenenfalls erneut erwärmt, wobei das Epoxidharzgemisch vorgeliert bzw. vorvernetzt, jedoch nicht ausgehärtet wird. Die Kühlung ist vor allem auch deshalb notwendig, weil der Faser/Kunststoff-Verbund anschliessend durch ein Walzenpaar gezogen wird, welches diesen Verbund transpor-

15    Aufbau:

20

25

30



- Bereich anschliessend an die Beschichtungsvorrichtung (3), jedoch vor der Konditioniervorrichtung (9) und vor einer gegebenenfalls anwesenden Nachbeschichtungsvorrichtung (5), mindestens eine Kalibriervorrichtung (6) und mindestens eine Zwirnvorrichtung (8), vorzugsweise eine Kalibriervorrichtung (6), welche gleichzeitig kalibriert und verzwirnt, installiert ist, durch welche die beschichteten einzelnen Endlosfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist bzw. der Faserstrang, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, über deren gesamte Länge unmittelbar nach dem Verlassen der Beschichtungsvorrichtung (3) kalibriert und verzwirnt werden und einen kompakten geschlossenen Strang bilden.
- Die folgenden Beispiele illustrieren die Erfindung.

#### Beispiel 1

- PBO-Roving enthaltend 160 Filamente mit einem Filamentdurchmesser von jeweils 0.005 mm, 0.012 mm und 0.014 mm (5µm, 12µm und 14µm) werden im Trockenbeschichtungsverfahren mit einer Matrix beschichtet, welche ein übliches Bisphenolharz und Härter (50.0% der gesamten Beschichtung) sowie übliche Trennmittel, Gleitmittel, Füllstoffe und Pigmente (50.0%), in üblicher Zusammensetzung enthält. Die Komponenten der Matrix werden in einem Mischer gemischt und haben eine Korngrössenverteilung im Bereich von 30µm bis 100µm. Das Beschichtungsverfahren wird einer vorgehend in der Beschreibung beschriebenen Apparatur durchgeführt, wobei eine in der EP-A-0 680 813 beschriebene Beschichtungseinheit verwendet wird. Direkt nach der Beschichtungseinheit ist eine Kalibriervorrichtung, enthaltend eine in einem Hohlrohr montierten rotierende Düse zur kontinuierlichen gleichzeitigen Kalibrierung und Verzwirnung der Faserstränge installiert. Diese Kalibriervorrichtung

entspricht der in Figur 2 dargestellten Vorrichtung. Die Düse hat einen inneren Durchmesser von 300  $\mu\text{m}$ . Eine zweite und eine dritte solche Kalibriervorrichtung mit jeweils einem Düsendurchmesser von 260 $\mu\text{m}$  und 240 $\mu\text{m}$ , sind in Serie  
5 anschliessend an den IR-Durchlaufofen angebracht.

Dabei werden die Glasrovings von einem Rovinggestell von aussen oder von innen beginnend, vorzugsweise von aussen, abgewickelt, aufgefächert und über vier Umlenkstangen durch  
10 das Wirbelschichtbad geführt. Die beschichteten Rovings durchlaufen anschliessend eine Pulver-Kalibriervorrichtung (kann aber muss nicht so sein), dann den Infra-Rot-Durchlaufofen bei einer Temperatur von 180°C und anschliessend die beiden in Serie geschalteten weiteren rotierenden  
15 Kalibriervorrichtungen. Die beschichteten Rovings werden dann in der Konditioniereinheit konditioniert und gekühlt, so dass der Kunststoff fest wird.

Es wurden beschichtete Rovings mit einem Durchmesser von  
20 240  $\mu\text{m}$  und einer Abweichung auf der Länge des Fadens von weniger als 0.5.% erhalten. Es konnte praktisch keine Rauchentwicklung von zersetztem Beschichtungsmaterial im Durchlaufofen und in der Konditioniereinheit festgestellt werden. Die Fadengeschwindigkeit (Durchsatz) betrug 140  
25 Meter pro Minute.

#### Beispiel 2 (Vergleichsbeispiel)

Beispiel 1 wird wiederholt mit der Massgabe, dass auf die Installation der Kalibriervorrichtung verzichtet und der  
30 Faden nur verzwirnt wird.

Es wurden beschichtete Rovings mit einem Durchmesser von etwa 300  $\mu\text{m}$  und einer Abweichung auf der Länge des Fadens

von 15% erhalten. Es konnte eine Rauchentwicklung von zersetztem Beschichtungsmaterial im Durchlaufofen und in der Konditioniereinheit fest gestellt werden. Die Fadengeschwindigkeit (Durchsatz) betrug 80 Meter pro Minute.

5

#### Beispiel 3

Beispiel 1 wird wiederholt mit der Massgabe, dass das Bisphenolharz und der Härter sowie die Zusatzstoffe ersetzt werden durch ein thermoplastisches Polyimid (Aurum®, der Firma Mitsui Chem. Co.) mit einem Schmelzpunkt von 388°C. Es wurden analoge Resultate, wie in Beispiel 1 angegeben, erhalten.

10

#### Beispiel 4

Beispiel 1 wird wiederholt mit der Massgabe, dass das Bisphenolharz und der Härter sowie die Zusatzstoffe ersetzt werden durch ein thermoplastisches Polamid 12 Pulver mit einem Schmelzpunkt von 170°C. Es wurden analoge Resultate, wie in Beispiel 1 angegeben, erhalten.

20

#### Beispiel 5 (Vergleichsbeispiel)

Die Beispiele 1, 3 und 4 werden wiederholt mit der Massgabe, dass auf die Installation der Kalibrier- und Zwirnvorrichtung verzichtet wird. Auch hier waren die Resultate aus den Beispielen 1, 3 und 4 den Resultaten aus Beispiel 5 deutlich überlegen. Im Verfahren gemäss den Beispielen 1, 3 und 4 war die Fadenqualität, sowie der Verlust an Beschichtungsmaterial im Durchlaufofen, erheblich kleiner als im Beispiel 5. Ebenso war die Schüttdichte eines gemäss den Beispielen 1, 3 und 4 erhaltenen Granulats merklich höher als diejenige gemäss Beispiel 5. Auch der Durchsatz war in den Beispielen 1, 3 und 4 im Vergleich zu Beispiel 5 deutlich höher.

25

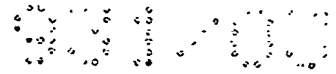
30

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mit Kunststoff be-  
schichteten Endlosfäden, welche genau im Durchmesser, bzw.  
im Rundungsgrad, entlang ihrer gesamten Länge gearbeitet  
sind, wobei die Schwankungsbreite der linearen Abweichung  
des Durchmessers vom Sollwert gering ist, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass man die mit Kunststoff beschichteten End-  
losfäden, aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet  
ist, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, auf  
welchen sich der Kunststoff in erwärmtem, geschmolzenem  
bzw. flüssigem Zustand befindet, anschliessend an die Be-  
schichtung gleichzeitig, oder in beliebiger Reihenfolge  
nacheinander, kalibriert und verzwirnt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die kalibrierten und verzwirnten Faserstränge in einer Nachbeschichtung zusätzlich mit Kunststoff, gegebenenfalls im Gemisch mit mineralischem Korn, bei einer Temperatur über dem Schmelzpunkt des Polymers, beschichtet und anschliessend aushärtet oder erstarren lässt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass man anschliessend an den Beschichtungsvorgang die be-  
schichteten, einzelnen Endlosfasern, bzw. einzelnen Faser-  
stränge im Verbund durch eine rotierende Kalibrierdüse,  
führt, wobei die Kalibrierdüse mit so hoher Geschwindig-  
keit rotiert, dass sämtliches überschüssiges Beschich-  
30 tungsmaterial, welches sich auf der Faser befindet, weg-  
geschleudert wird, so dass die einzelnen Endlosfasern,  
bzw. die einzelnen Faserstränge im Verbund, gleichzeitig  
kalibriert und verzwirrt werden.



4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass die rotierende Düse in einer Hohlwelle fixiert ist  
und zusammen mit dieser Hohlwelle rotiert, vorzugsweise  
mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1500 Umdrehungen  
5 pro Minute (UpM), vorzugsweise mindestens 2000 UpM und  
vorzugsweise mit etwa 2500 UpM.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Düse auf mindestens die Schmelztempe-  
10 ratur der Faserbeschichtung erwärmt ist und die Polymer-  
beschichtung der Faser in erwärmten flüssigem Zustand ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-5, dadurch  
gekennzeichnet, dass mehrere einzelne Kalibrier- und Ver-  
15 zwirnovorrichtungen, vorzugsweise mehrere rotierende Kalib-  
rierdüsen, oder eine Kombination dieser Vorrichtungen, in  
Serie geschaltet sind und die Fasern durch diese Vorrich-  
tungen geführt und derart kalibriert und verzwirnt werden.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-6, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Kalibrierdüse einen inneren  
Durchmesser im Bereich von 100-1000µm, vorzugsweise im Be-  
reich von 150-600µm und insbesondere im Bereich von 200-  
350µm, vorzugsweise 200-240µm, aufweist.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch  
gekennzeichnet, dass der kalibrierte und verzwirnte Strang  
etwa 2 bis 50 spiralförmige Umdrehungen pro Meter,  
vorzugsweise etwa 2 bis 30 spiralförmige Umdrehungen pro  
30 Meter, vorzugsweise etwa 2 bis 20 Umdrehungen pro Meter,  
und vorzugsweise etwa 3 bis 10 Umdrehungen pro Meter.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Fasern, aus welchen die Faser-

stränge gebildet sind, synthetische anorganische Fasern, insbesondere Glasfasern, C-Fasern, Kunststofffasern, insbesondere Aramidfasern (aromatisches Polyamid), Zylonfasern (PBO), vorzugsweise Zylon 28 DTEX, oder Naturfasern, insbesondere Cellulosefasern, darstellen und deren Filamentstärke vorzugsweise 5µm bis 20µm und etwa 100 tex-4800 tex (0.1 g/m-4.8 g/m), vorzugsweise 600 tex-2400 tex, beträgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mit mindestens einem synthetischen thermoplastischen Polymer mit einem Erweichungspunkt von 100°C oder höher, vorzugsweise im Bereich von 140°C bis 390°C und besonders im Bereich von 150°C bis 350°C, beschichtet ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mit mindestens einem duroplastischen Kunststoff in Form von Polykondensaten, vorzugsweise härtbare Phenol/Formaldehyd Kunststoffe, härtbare Bisphenolharze, härtbare Harnstoff/Formaldehyd-Kunststoffe, Polyimide, BMI-Formmassen und Polybenzimidazole (PBI); mit mindestens einem duroplastischen Kunststoff in Form von Polyaddukten, vorzugsweise Epoxidharze, Formmassen aus ungesättigten Polyesterharzen, DAP-Harze, MF-Formmassen, vorzugsweise härtbare Melamin/Phenol/Formaldehyd-Formmassen, oder vernetzte Polyurethane.

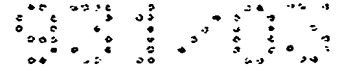
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffe in der Nachbeschichtung zusätzlich im Gemisch mit mineralischen, vorzugsweise kristallinen, Verbindungen verwendet werden, vorzugsweise zusammen mit anorganischen Verbindungen, vorzugsweise Oxide, Karbide, vorzugsweise in Pulverform, vorzugsweise

Magnesiumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, Stoffe grosser Härte, vorzugsweise kristalliner Kohlenstoff, vorzugsweise Diamanten, insbesondere Industriediamanten, wobei deren durchschnittliche Korngrösse im Bereich von  
5 5µm-300µm, vorzugsweise im Bereich von 10µm-100µm und insbesondere im Bereich von 10µm-30µm liegt.

13. Die nach einem der Ansprüche 1-12 hergestellten Sägefäden, Tapes, Prepregs, faserverstärkten Kunststoffgranulate, faserverstärkte Formteile, faserverstärkten pultrudierten oder extrudierten Profile.  
10

14. Verwendung der gemäss einem der Ansprüche 1-12 hergestellten kalibrierten und verzwirnten einzelnen Endlosfasern, bzw. die entsprechenden einzelnen Faserstränge im Verbund, für die Herstellung von Sägefäden, sowie für die Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten Kunststoffgranulaten und faserverstärkten Formteilen oder von faserverstärkten pultrudierten oder extrudierten  
15  
20 Profilen sowie für Gewebe, welche aus beschichteten Rovings gewoben und gegebenenfalls anschliessend verpresst werden.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-12, umfassend mindestens eine Beschichtungsvorrichtung (3) für die Beschichtung des Faserstrangs oder der Faserstränge im Schmelzbeschichtungsverfahren oder im Nassbeschichtungsverfahren oder im Trockenbeschichtungsverfahren, mindestens einen IR-Ofen (4) als Durchlaufvorrichtung (für das Nass- und im Trockenbeschichtungsverfahren) für die Fixierung der Beschichtung, gegebenenfalls eine Nachbeschichtungsvorrichtung (5) verbunden mit einem weiteren IR-Ofen (4), und mindestens eine Konditioniervorrichtung (9), bestehend aus einer Kühleinrichtung und gegebenenfalls einer Erwärmungseinrichtung  
25  
30



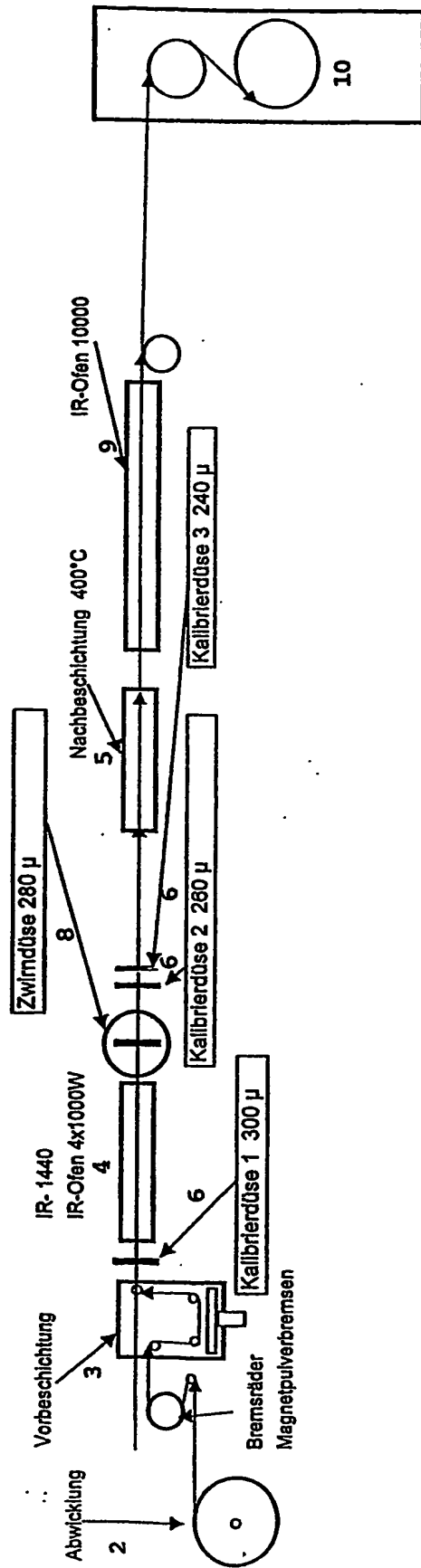
zur abschliessenden Konditionierung des beschichteten Fadens, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich anschliessend an die Beschichtungsvorrichtung (3), jedoch vor der Konditioniervorrichtung (9) und vor einer gegebenenfalls anwesenden Nachbeschichtungsvorrichtung (5), mindestens 5 eine Kalibriervorrichtung (6) und mindestens eine Zwirnvorrichtung (8), vorzugsweise eine Kalibriervorrichtung (6), welche gleichzeitig kalibriert und verzwirnt, installiert ist, durch welche die beschichteten einzelnen Endlosfäden, 10 aus welchen der jeweilige Faserstrang gebildet ist bzw. der Faserstrang, oder mehrere solche Faserstränge im Verbund, über deren gesamte Länge unmittelbar nach dem Verlassen der Beschichtungsvorrichtung (3) kalibriert und verzwirnt werden und einen kompakten geschlossenen Strang 15 bilden.



### Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung von mit Kunststoff beschichteten  
5 Endlosfäden, welche genau im Durchmesser entlang ihrer  
gesamten Länge gearbeitet sind, wobei die Schwankungs-  
breite der Abweichung des Durchmessers vom Sollwert gering  
ist, indem man die mit erwärmten flüssigem Kunststoff  
beschichteten Endlosfäden, aus welchen der jeweilige  
10 Faserstrang gebildet ist, oder mehrere solche Faserstränge  
im Verbund, anschliessend an die Beschichtung gleich-  
zeitig, oder in beliebiger Reihenfolge nacheinander,  
kalibriert und verzwirnt; Verwendung der erfindungsgemäss  
hergestellten kalibrierten und verzwirnten einzelnen End-  
15 losfasern für die Herstellung von Sägefäden, sowie für die  
Herstellung von Tapes und Prepregs, von faserverstärkten  
Kunststoffgranulaten und faserverstärkten Formteilen oder  
von faserverstärkten pultrudierten oder extrudierten  
Profilen sowie Vorrichtung zur Durchführung des erfindungs-  
20 gemässen Verfahrens.

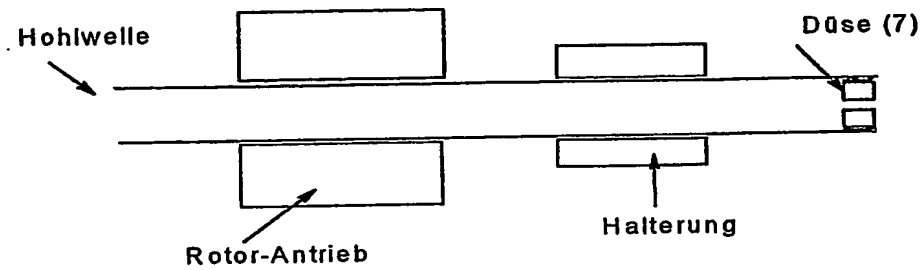
1



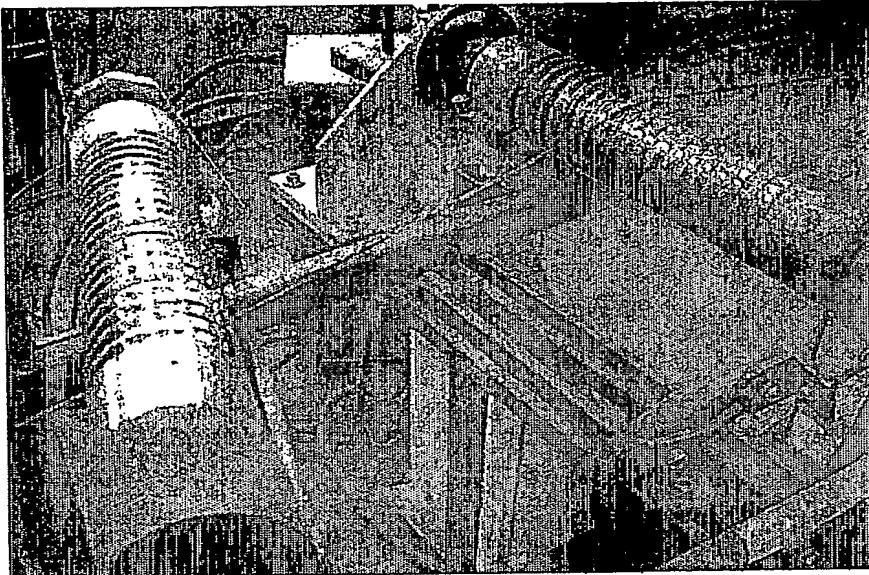
Wickelmaschine SAHM

Figur 2

Kalibriervorrichtung (6)



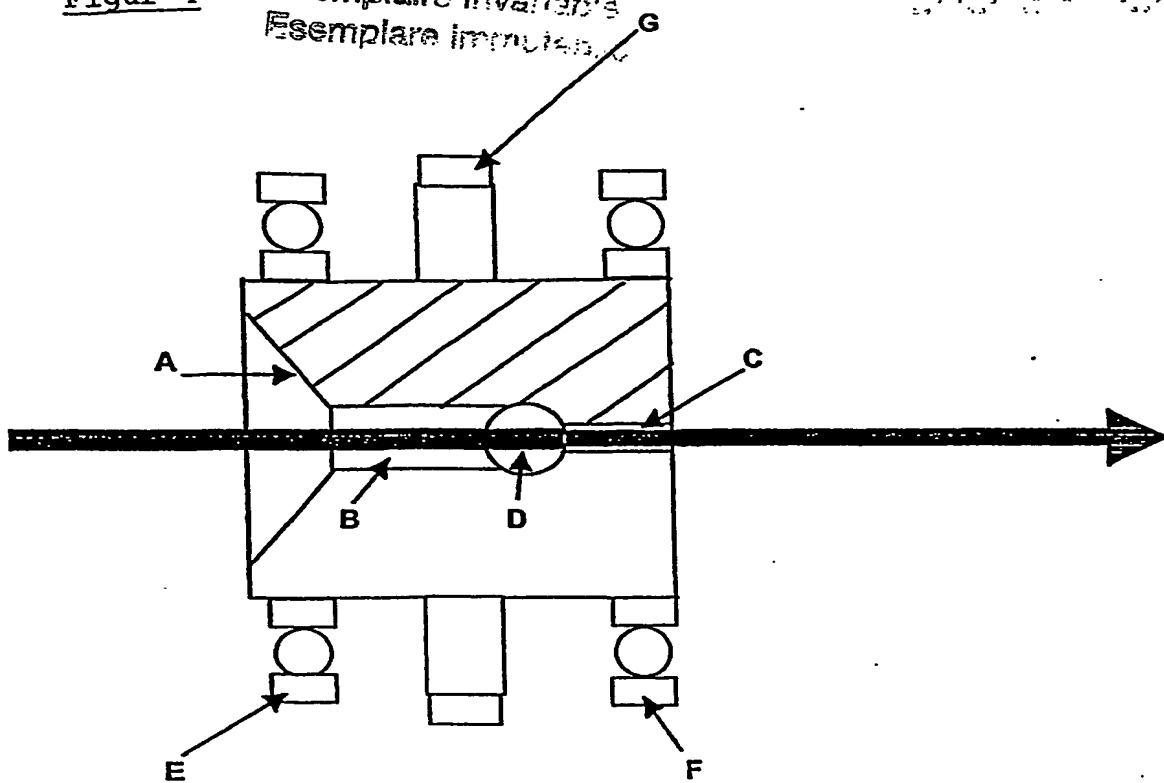
Figur 3



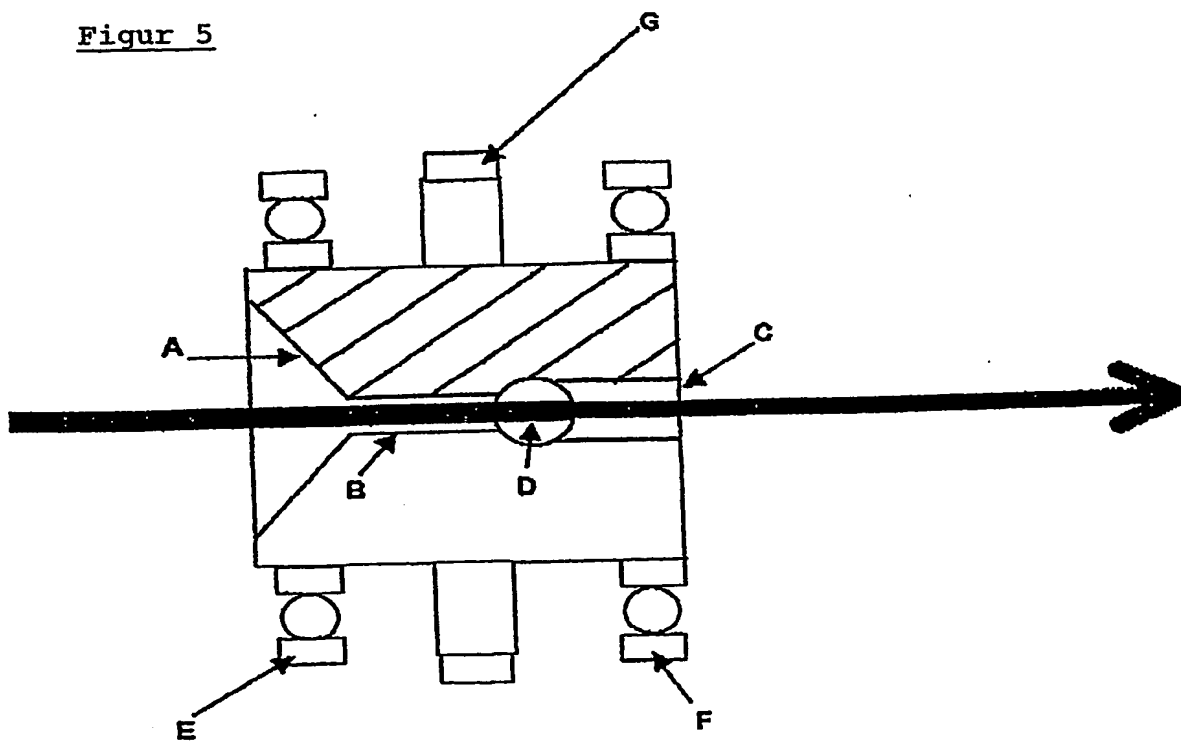
Figur 4

Unveränderliches Exemplar  
Exemplaire invariable  
Esemplare immutabile

93103

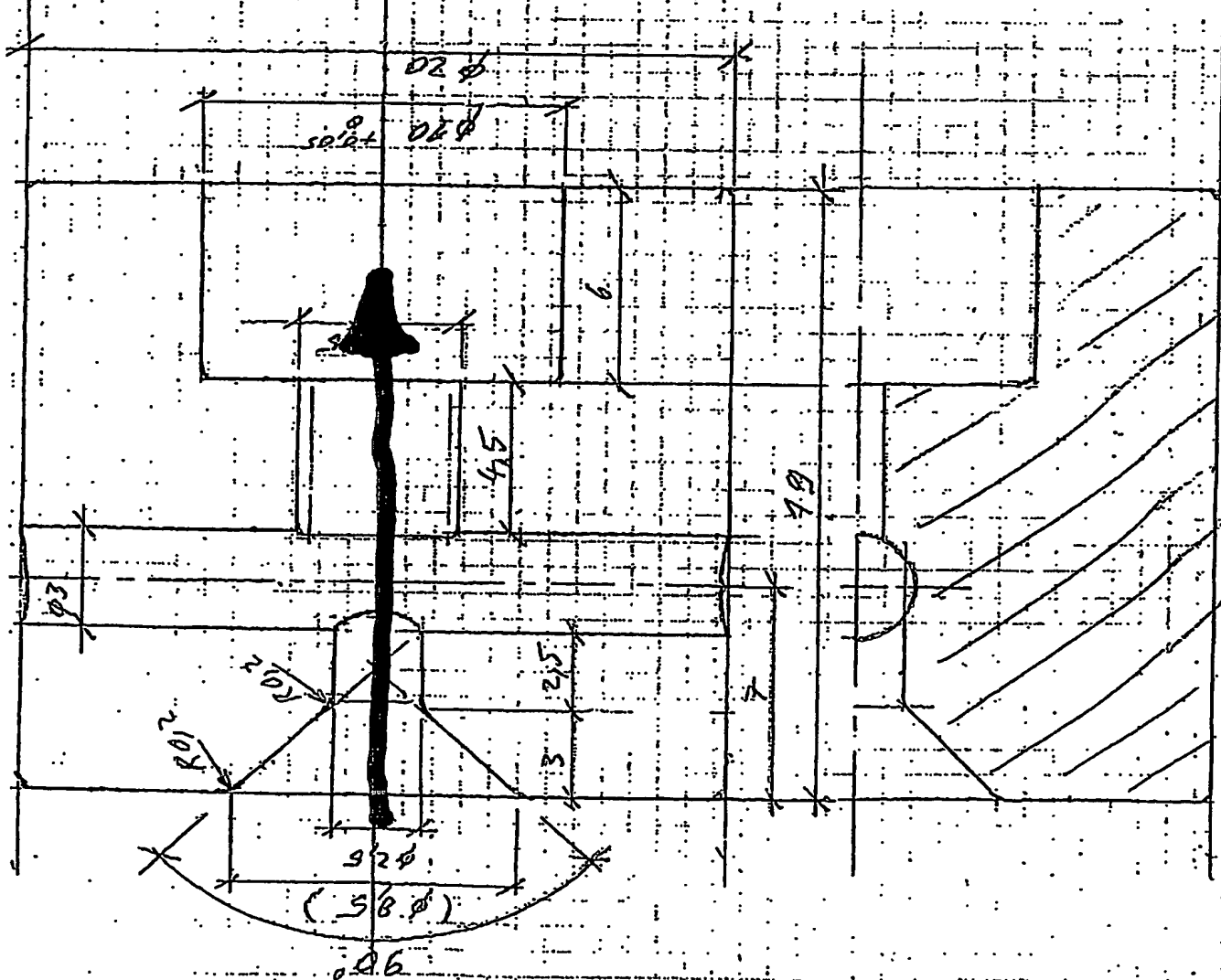


Figur 5



Unveränderliches Exemplar  
Exemplaire invariable  
Esemplare inmutabile

Figur 4A



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☒ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**